

ストレージ自動階層配置機能向け導入支援方式の提案

池ヶ谷 直子[†] 長尾 尚[†] 牧 晋広[†] 宮地 大輝[‡]

(株)日立製作所 横浜研究所[†] (株)日立製作所 ITプラットフォーム事業本部[‡]

1. はじめに

ビジネスで扱うデータ量が急速に増え続ける中、IT投資コストを抑えるためコストパフォーマンスの高いストレージシステムが求められている。一般にストレージには、性能と価格が異なる記憶領域が複数混在する。これらの記憶領域を記憶階層と言う。ストレージ自動階層配置機能は、データのアクセス頻度に応じ、データを置く記憶階層を決定する機能である[1][2]。本機能により、性能向上とコスト低減の両立を実現できる。

本機能導入時、管理者は記憶階層毎に記憶媒体種別と容量(階層構成)を決定する必要がある(図1)。また、データを置く階層(階層レベル)をアプリケーション(AP)毎に限定し、APの特性に合わせることができる。ここで、階層構成に設定可能な階層レベルの組合せ数が膨大なため、性能要件を満たし、かつ低価格という条件に合致する組合せを管理者が選択することは困難である。

そこで本研究では、上記条件に合致する組合せの探索方式を提案する。

2. 目的と課題

図1に示す複数APが混在する階層構成では、本機能がそれら全APのデータアクセス頻度を順位づけしてデータ配置先記憶階層を決定する。他APの影響を受けないようにAP毎に階層レベルを設定する場合、設定可能な階層レベル数の合計は(階層レベル数)^{AP数}となり、AP数に応じて指数関数的に増加する。

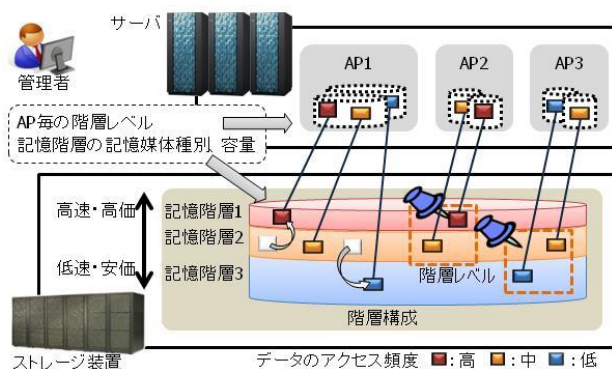


図1 ストレージ自動階層配置機能

A Proposal of Method to Support Introduction of Automated Storage Tiering Functions

Naoko Ikegaya[†], Takashi Nagao[†], Nobuhiro Maki[†], Daiki Miyajiri[†]

[†]Yokohama Research Laboratory, Hitachi Ltd.

[‡]IT Platform Division Group, Hitachi Ltd.

このため、本研究では、予め決めた制限時間内に可能な限り低価格な階層構成と階層レベルを特定することを目的とし、その実現方式の確立を課題とする。

3. ストレージ自動階層配置機能導入支援方式

本導入支援方式は、本機能を導入する前のAPの稼働情報を用いて、管理対象の全APが導入前の性能を満たすことができる階層構成と、各APに設定すべき階層レベルの両方を探索するものである。

3.1 階層構成探索方法

階層構成の探索では、階層構成の仮決めと、全APの性能要件を満たせるかの確認を繰り返し行う。

本導入支援方式が用いるAPの稼働情報は、記憶領域の容量情報と、アクセス分布情報と、IO性能情報から成る。このうちアクセス分布情報は記憶領域のアクセスの偏りを表す情報であり、アクセス頻度が同程度であるファイルの容量を1つのアクセス区分として定義する(図2)。アクセス区分は、例えば、20%の領域に80%のIOが集中していることを示す。

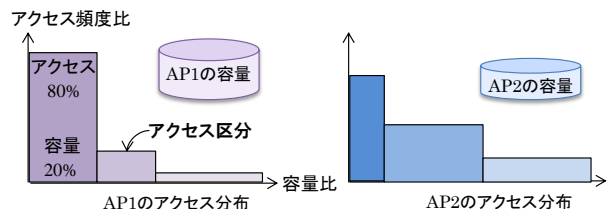


図2 アクセス分布例

また、IO性能情報は、単位時間あたりのIO回数(IOPS)とRead/Write比率とレスポンスタイムである。本方式では、サーバが収集した上記情報を利用する。

上記の稼働情報を用いて階層構成を探索する処理の流れを以下に示す。

- (1) 予め与えられた、管理対象のAPの容量とアクセス分布情報をもとに、全てのアクセス区分をアクセス頻度順にランク付けする。また、各アクセス区分の容量を記憶階層移動単位(ページ数)に換算する。
- (2) 記憶階層1~3の記憶媒体種別を選択する。記憶媒体のIOPS性能とRAID構成から記憶階層毎のIOPSが決まる。この時、APの最高IOPSを満たせない記憶媒体種別は記憶階層1に用いない。

- (3)記憶階層 2 の IOPS 以上のアクセス区分を記憶階層 1 に、記憶階層 3 の IOPS 以上のアクセス区分を記憶階層 2 に割当てることとした場合の各記憶階層のページ数と階層構成の合計価格を算出する。
- (4)上記(2)と(3)を繰り返し、合計価格が最低になる記憶媒体種別と容量の組み合わせを選択する。

3.2 階層レベル探索方法

AP に階層レベルを設定することで、3.1 で選択した階層構成よりも低価格な階層構成を組める場合がある。例えば、性能要件の厳しい AP を記憶階層 3 に割りあてないようにすることで性能を確保し、そうではない AP を記憶階層 1 に割りあてないようにすると、高価な記憶階層 1 の容量を減らすことができる。そこで、次のように階層レベルを変更し、階層構成の低価格化を図る(図 3)。

- (A)性能要件を満たさない AP のデータを、より高性能な階層に配置する階層レベルへ引上げる。
 - (B)性能要件を満たす AP のデータを、性能要件の満たせる範囲でより低性能な階層に配置する階層レベルへ引下げる。間接的に別 AP の性能を上げる。
- (A)の方式を使って階層構成を特定すると、AP1 の階層レベルを直接変えるため探索時間は短いが、性能要件の緩い AP が上位階層に割当てられる可能性が残る。一方、(B)の方式を使うと探索時間が長くなる。なぜなら、AP1 の間接的な性能向上を期待したとき、性能要件の緩い AP2 を選択し、AP2 を下位の記憶階層に配置するシミュレーションを行い、その結果 AP1 のデータが上位の記憶階層に配置されて性能要件を満たすことを確認し、かつ階層構成の価格が最低になる組み合わせを探索しなければならないからである。
- そこで、(A)の方式を用いて短時間に低価格な階層構成を絞り込み、その後残り時間でさらに低価格な階層構成を(A)と(B)の方式を組合わせて階層構成を精査する多段方式を提案する。

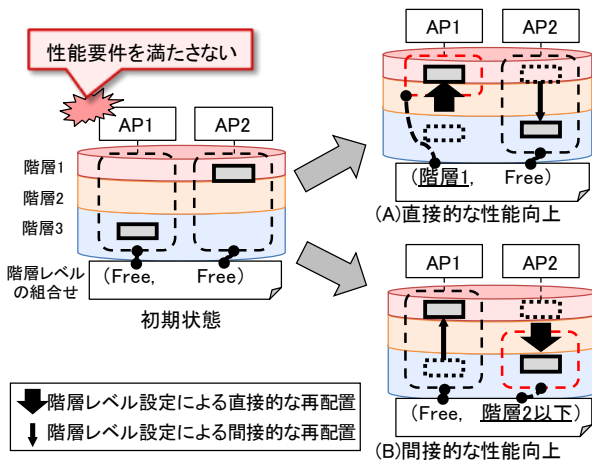


図 3 階層レベルの特定方法

4. 効果の検証

ストレージ自動階層配置機能導入支援方式の効果を評価するために、従来のストレージ構成と本方式で特定した階層構成とで価格を比較する。本検証では、トランザクション処理とバッチ処理が混在する顧客環境で AP 数 100、制限時間を 1 時間と仮定した。階層構成内の記憶階層数は 3、AP に設定可能な階層レベル数は 5、記憶媒体種別数は 5(表 1)、RAID 構成は 4 種類である。

評価の結果、(A)方式の後に制限時間を使い切って探索する多段方式は、他の方式よりも低価格な階層構成(30%減)を特定することができた(図 4)。

表 1 検証に用いた記憶媒体種別の属性

	記憶媒体種別	容量	Read 性能*	Write 性能*	価格
1	SSD	200	520	100	100
2	SAS1	150	9	10	10
3	SAS2	300	7	8	8
4	SAS3	1,000	3	5	22
5	SATA	2,000	3	2	15

*SSD の Write 性能を 100 とする。

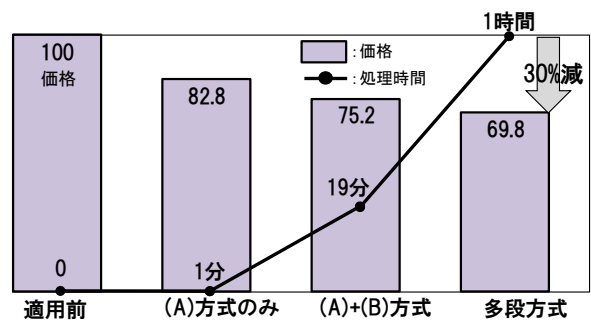


図 4 コスト削減効果

5. まとめ

本研究では、複数 AP のデータを適切な記憶階層に配置するストレージ自動階層配置機能の導入時に、制限時間内に可能な限り低価格な階層構成と階層レベルの組合せを特定する方式を提案した。また、本方式の効果を検証した結果、100AP に対して、ストレージ自動階層配置機能導入前より 30% 安価な階層構成と階層レベルを、要件である 1 時間以内に探索できることが分かった。これにより、制限時間内に低価格な階層構成と階層レベルを特定できることを確認した。

今後は、ストレージ自動階層配置機能の運用を開始後、AP 追加等にあたって必要となる階層構成の見直し方法を検討する予定である。

参考文献

- [1] 坏弘明, 山本彰, 大平良徳, 江口賢哲: ストレージ自動階層配置機能におけるデータ再配置の最適化, 情報処理学会論文誌 Vol.54 No.4(2013)
- [2] 須藤梓, 坏弘明, 大平良徳, 江口賢哲, 山本政行: ストレージ階層仮想化機能の実現方式検討, 情報処理学会 第 73 回全国大会